

# ekstrasi sinyal eeg

*by* Hindarto Hindarto

---

**Submission date:** 29-Jun-2018 08:04AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 979266607

**File name:** Jurnal\_kopertis7\_ref.docx (109.98K)

**Word count:** 2641

**Character count:** 16352

## Ekstraksi Sinyal EEG menggunakan Koefisien dari subband Transformasi Wavelet Diskrit

### Extraction of EEG Signals using subband Coefficients of the Discrete Wavelet Transforms

<sup>1</sup>Hindarto hindarto, <sup>2</sup>arif muntasa

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, <sup>2</sup>Universitas Trunojoyo Madura  
hindarto@umsida.ac.id

#### Abstrak

Penelitian ini berfokus pada ekstraksi ciri untuk sinyal *Electro Encephalo Graph (EEG)* menggunakan metode Diskrit wavelet Transform. Sinyal EEG tersebut digunakan untuk menggerakkan kursor keatas dan kursor kebawah. Pada setiap subband dari gelombang sinyal *Electro Encephalo Graph (EEG)* diambil nilai rata-rata untuk dijadikan sebagai ciri dari sinyal EEG. Backpropagation Neural Network digunakan sebagai klasifikasi sinyal EEG untuk menentukan apakah kursor bergerak keatas atau kursor bergerak kebawah. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data EEG yang berasal dari BCI kompetisi 2003 (BCI Kompetisi 2003). Pengambilan keputusan dilakukan dalam dua tahap. Pada tahap pertama, nilai rata-rata pada setiap subband wavelet digunakan sebagai ekstraksi ciri dari data sinyal EEG. Ciri ini sebagai input bagi Backpropagation Neural Network. Pada tahap kedua proses klasifikasi ke dalam dua kelas kelas 0 (untuk kursor keatas) dan kelas 1 (untuk kursor kebawah), terdapat 260 data training file sinyal EEG dan 293 dari data testing file sinyal EEG, sehingga keseluruhan menjadi 553 file data sinyal EEG. Hasil yang diperoleh untuk pengklasifikasian sinyal EEG adalah 77,2 % dari data sinyal yang diuji.

**Kata Kunci :** EEG, rata-rata, transformasi Wavelet Diskrit, BackPropagation

#### Abstract

This study focuses on feature extraction for Electro Encephalo Graph (EEG) signals using the Discrete wavelet Transform method. The EEG signal is used to move the cursor up and down the cursor. In each subband of the Electro Encephalo Graph (EEG) signal wave the average value is taken to characterize the EEG signal. Backpropagation Neural Network is used as an EEG signal classification to determine whether the cursor moves up or the cursor moves down. The data used in this study is EEG data derived from BCI competition 2003 (BCI Competition 2003). Decision-making is done in two stages. In the first stage, the mean value of each wavelet subband is used as a feature extraction of the EEG signal data. This feature is an input to the Backpropagation Neural Network. In the second stage of the classification process into two classes of class 0 (for cursor up) and class 1 (for the cursor down), there are 260 training data file of EEG and 293 signals from EEG signal data testing file, so the whole becomes 553 data file of EEG signal. The result obtained for EEG signal classification is 77.2% of the tested signal data.

**Keywords:** EEG, Mean, Discrete Wavelet Transform, BackPropagation

## 1. PENDAHULUAN

Electroencephalography (EEG) adalah metode pemantauan elektrofisiologi untuk merekam aktivitas listrik pada otak. Elektroda ditempatkan di sepanjang kulit kepala, meskipun elektroda invasif kadang-kadang digunakan seperti di electrocorticography. EEG mengukur fluktuasi tegangan yang dihasilkan dari arus ion di dalam neuron otak. Dalam konteks klinis, EEG mengacu pada rekaman aktivitas listrik spontan otak selama periode waktu, seperti yang tercatat dari

beberapa elektroda ditempatkan pada kulit kepala [1].

Hans Berger menyatakan bahwa otak manusia mempunyai aktivitas listrik yang kontinyu dan bisa direkam. Aktivitas otak dapat dimungkinkan untuk mengirimkan perintah ke peralatan elektronik dengan bantuan *Brain Computer Interface (BCI)* [2]. Kebanyakan BCI menggunakan aktivitas mental spontan (misalnya, membayangkan menggerakkan jari, tangan, atau seluruh lengan, dll.) Untuk menghasilkan sinyal electroencephalogram (EEG) yang dapat dibedakan [3]. Sinyal EEG yang dapat dibedakan kemudian diubah menjadi tindakan eksternal. Selama beberapa tahun terakhir, berbagai bukti telah mengevaluasi kemungkinan untuk mengenali beberapa tugas mental dari sinyal EEG [4]. Namun, bagaimana meningkatkan kinerja pengenalan sinyal EEG dalam pemrosesan sinyal masih merupakan masalah utama. Prosedur pengenalan terutama mencakup ekstraksi fitur dan klasifikasi, di mana ekstraksi fitur memainkan peran penting untuk klasifikasi.

Saat ini, metode ekstraksi fitur untuk citra motor EEG terutama mencakup beberapa metode diantaranya menggunakan metode Fast Fourier transform (FFT)[5][6], fitur spektral Fourier dihitung dengan metode Welch menggunakan windowed Fourier transformasi segmen sinyal. Kerugian utama dari metode ini adalah metode ini hanya menggunakan informasi frekuensi dan tidak menggunakan informasi domain waktu. Namun, penelitian menunjukkan bahwa kombinasi informasi frekuensi dan informasi domain waktu dapat meningkatkan kinerja klasifikasi sinyal EEG [7]. Autoregressive (AR) merupakan metode dari spektrum AR, band power dihitung dalam beberapa band frekuensi dan jumlah daya digunakan sebagai variabel independen [8]. Selain itu, model koefisien AR atau multivariate autoregressive (MVAR) koefisien model digunakan sebagai fitur [9]. Analisis waktu-frekuensi oleh Wang et al, gunakan analisis waktu-frekuensi sebagai alat yang berguna untuk komponen EEG beresilasi

selama citra motor [10]. Metode waktu-frekuensi hanya mempertimbangkan komponen EEG berosilasi. Memanfaatkan koefisien transformasi wavelet, yaitu, mengekstraksi koefisien transformasi wavelet pada pita frekuensi yang berguna menurut informasi transenden [11]. Namun, mekanisme produksi EEG adalah agak rumit, sehingga sulit untuk mendapatkan informasi transenden yang akurat dan agak tidak fleksibel.

Berdasarkan latar belakan diatas, penelitian ini dirancang sebagai berikut, bagian 2 menjelaskan bahan dan metode yang digunakan dalam pencarian fitur EEG dan klasifikasi sinyal EEG, bagian 3 menjelaskan hasil dari ekstraksi fitur dan proses klasifikasi sinyal EEG, dan bagian 4 menggambarkan kesimpulan dari penelitian ini.

## **2. BAHAN DAN METODE**

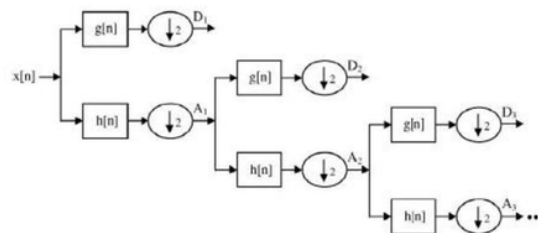
### **2.1. Bahan**

Dataset diambil dari subjek yang sehat. Subyek diminta untuk memindahkan kursor ke atas dan ke bawah pada layar komputer, sementara potensi kortikalnya diambil. Selama rekaman, subjek menerima umpan balik visual dari potensi kortikalnya yang lambat (Cz-Mastoids). Positif kortikal mengarah ke gerakan kursor ke bawah pada layar. Negatif kortikal menyebabkan gerakan kursor ke atas. Setiap percobaan berlangsung 6s. Selama setiap percobaan, Hanya interval 3,5 detik setiap percobaan ini yang disediakan untuk pelatihan dan pengujian. Tingkat sampling 256 Hz dan panjang rekaman 3,5 menghasilkan 896 point data [14].

### **2.2. Transformasi Wavelet Diskrit**

Sinyal EEG pada dasarnya adalah sinyal non-stasioner. Analisis sinyal non-stasioner dengan menggunakan Fourier Transform (FT) atau waktu singkat Fourier Transform (STFT) tidak memberikan hasil yang memuaskan. Analisis wavelet mampu

mengungkapkan aspek sinyal yang teknik analisis lainnya tidak ada, seperti tren, titik jeda, diskontinuitas, dll. Ini melakukan analisis multiresolusi yang memungkinkan untuk menganalisis <sup>7</sup> sinyal pada frekuensi yang berbeda dengan resolusi yang berbeda. Discrete wavelet transform (DWT) menggunakan bank filter untuk pembangunan pesawat frekuensi waktu multiresolusi [12]. Bank filter terdiri dari filter wavelet yang memisahkan sinyal menjadi pita frekuensi. Pada bank filter dua saluran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, filter low-pass  $L(z)$  dan high pass filter  $H(z)$  membagi sinyal menjadi dua pita frekuensi.



Gambar 1: Dekomposisi sub band dari transformasi wavelet diskrit

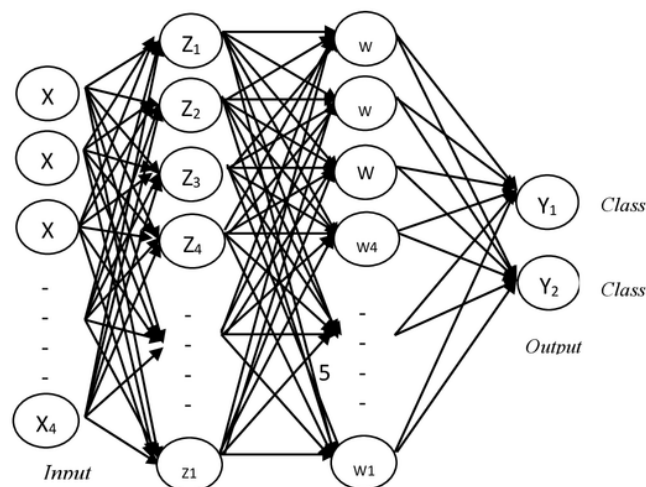
Koefisien wavelet dihitung menggunakan daubechies wavelet urutan 2 karena fitur penghalusannya lebih sesuai untuk mendeteksi perubahan dalam sinyal EEG. Dalam penelitian ini, sinyal EEG didekomposisi menjadi rincian D2.

Untuk mengurangi dimensi dari vektor fitur, statistik atas set koefisien wavelet digunakan. Fitur statistik berikut ini digunakan untuk merepresentasikan distribusi frekuensi waktu dari sinyal EEG, yaitu Nilai rata-rata dari koefisien wavelet pada setiap sub band.

### 2.3 Backpropagation Neural Network

Jaringan syaraf tiruan adalah sistem komputasi yang terdiri dari sejumlah besar elemen pemrosesan yang sederhana dan saling berhubungan (disebut node atau neuron buatan) yang secara abstrak meniru struktur dan operasi sistem saraf biologis.

Pembelajaran dalam JST dicapai melalui algoritma pelatihan khusus yang dikembangkan berdasarkan pada aturan pembelajaran yang dianggap meniru mekanisme pembelajaran sistem biologis. Ada banyak jenis dan arsitektur jaringan saraf yang berbeda secara fundamental dalam cara mereka belajar, detail yang didokumentasikan dengan baik [13]. Dalam makalah ini, jaringan syaraf yang relevan dengan aplikasi yang dipertimbangkan yaitu, klasifikasi data EEG akan digunakan untuk merancang pengklasifikasi, yaitu Algoritma Backpropagation. Arsitektur Backpropagation dapat berisi satu, dua atau lebih lapisan. Namun, untuk mendekati sistem nonlinier, lapisan pemrosesan menengah tambahan (tersembunyi) digunakan untuk menangani masalah non-linear dan kompleksitas. Meskipun tergantung pada kompleksitas fungsi atau proses yang dimodelkan, satu lapisan tersembunyi mungkin cukup untuk memetakan fungsi arbitrer ke tingkat akurasi apa pun. Karenanya, arsitektur tiga lapis backpropagation diadopsi untuk penelitian ini. Gambar 2 menunjukkan struktur khas dari jaringan tiga lapisan yang terhubung penuh. Penentuan jumlah yang tepat dari lapisan tersembunyi adalah salah satu tugas yang paling penting dalam desain jaringan saraf. Dengan meningkatnya jumlah lapisan tersembunyi, pelatihan menjadi sangat menghabiskan waktu. Pendekatan paling populer untuk menemukan jumlah lapisan tersembunyi yang optimal adalah dengan trial and error.



Gambar 2. Arsitektur Backpropagation Neural Network dengan 2 hidden layer

Pada penelitian ini, proses klasifikasi data dilakukan dengan memisahkan sinyal EEG ke dalam dua bagian, yaitu data untuk proses pelatihan sebanyak 268 data vektor dan data untuk proses pengujian data yang digunakan sebanyak 293 data. Jaringan ini mempunyai *input* 4 node ( $x_1, x_2, \dots, x_4$ ) berasal dari fitur DWT, 10 node untuk hidden layer 1 ( $z_1, z_2, \dots, z_{10}$ ), 15 node untuk hidden layer 2 ( $w_1, w_2, \dots, w_{15}$ ), dan *output* bertipe Biner untuk identifikasi kondisi ( $y_1, y_2$ ). Arsitektur jaringan pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Pola keluaran dengan 2 target keluaran dalam bentuk biner. Jenis pola tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pola Vektor Keluaran

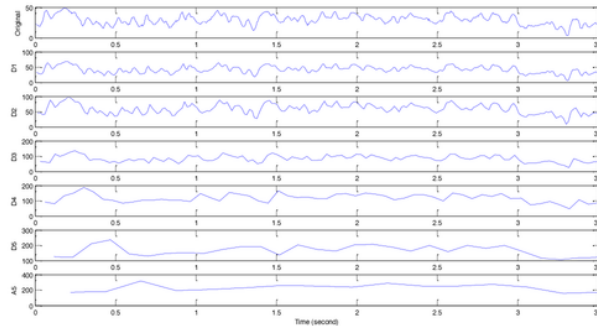
No	Klasifikasi Data	Pola Keluaran
1.	Gerakan Kursor Keatas	0
2.	Gerakan Kursor Kebawah	1

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Data yang digunakan yaitu menggunakan data dari BCI completion 2003 Data set Ia. Data set Ia ini terdiri dari 6 buah channel (elektrode yang ditempelkan di kulit kepala berjumlah 6 buah sensor elektode, sehingga menghasilkan 6 buah channel sinyal EEG). Data set Ia terdiri dari data *Training* dan data *Testing*.

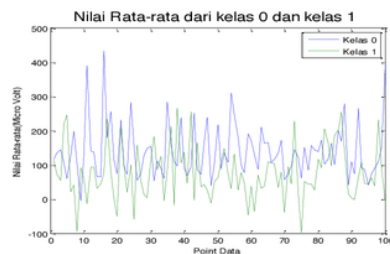
Jumlah data yang banyak, akan menyebabkan proses komputasi lama disebabkan oleh banyak data yang diproses, sehingga dengan adanya fitur yang sedikit mengakibatkan proses komputasi yang cepat. Pada penelitian ini, satu sinyal EEG

hanya diambil nilai rata-rata dan nilai maksimum dari setiap subband dari proses DWT untuk dijadikan ekstraksi ciri bagi proses identifikasi.



Gambar 3. Koefisien Approximate dan detail dari sinyal EEG pada subyek sehat

Gambar 3 merupakan rekaman EEG dibagi berdasarkan frekuensi sub-band, sehingga menghasilkan koefisien wavelet A5, D5, D4, dan D3 dari proses DWT. Frekuensi sub-band wavelet (0-4 Hz), (4-8 Hz), (8-16 Hz) dan (16-32 Hz) dijadikan satu set ekstraksi fitur yang diambil dari tiap sub band sinyal EEG.



Gambar 4. Nilai Rata-rata dari Koefisien Sub Band Transformasi Wavelet

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa untuk nilai rata-rata pada masing – masing subband untuk kelas 0 dan kelas 1 mempunyai nilai perbedaan. Dengan perbedaan nilai yang tidak sama menunjukkan bahwa tingkat pengklasifikasian dengan mengambil nilai rata-rata cukup baik. Klasifikasi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation diimplementasikan dengan menggunakan fitur nilai rata-rata dari proses DWT sebagai masukan. Dalam penelitian ini, set pelatihan berjumlah



260 data sampel dan data uji coba 293 data sampel. Pada proses pelatihan digunakan data sebanyak 260 sampel data (dari subyek normal) untuk channel 1. Untuk proses pengujian digunakan data sebanyak 293 sampel data (dari subjek normal) untuk semua channel. Pada tabel 2 merupakan distribusi kelas sampel dalam kumpulan data pelatihan dan validasi. Data yang diperoleh dari subyek yang berbeda pada proses pelatihan merupakan cara untuk meningkatkan kemampuan Backpropagation. Untuk melatih backpropagation menggunakan Set data pelatihan, sedangkan Untuk memverifikasi keakuratan dan keefektifan Backpropagation digunakan data uji coba yang telah terlatih untuk mendeteksi gerakan kursor keatas dan kebawah.

Tabel 2. Sampling distribusi kelas pada data pelatihan dan data uji coba

Kelas	Training set	Test set
Kursor Keatas (kelas 0)	130 x 6 Channel	293 x 6 channel (mix)
Kursor Kebawah (kelas 1)	130 x 6 Channel	

Hasil proses ekstrasi ciri dengan DWT digunakan masukan bagi neural network, penelitian ini menggunakan metode *Propagasi balik* (4-10-15-2) dengan 4 node lapisan input diambil dari proses DWT sinyal EEG dan 2 lapisan tersembunyi. Dua hidden layer tersebut adalah 10 node pada hidden layer 1 dan 15 node pada hidden layer 2 serta 2 target (gerakan kursor ke atas untuk kelas 0 dan gerakan kursor ke bawah untuk kelas 1). Disamping menggunakan arsitektur jaringan 4-10-15-2, untuk uji coba penelitian ini juga menggunakan tambahan dan pengurangan lapisan tersembunyi.

Proses *training* adalah proses pencarian nilai bobot yang terbaik dengan perolehan nilai *error* terkecil dari target output yang diinginkan, ini merupakan proses awal yang dilakukan dalam identifikasi. Proses *mapping* dilakukan setelah proses

pelatihan yaitu mengidentifikasi sinyal EEG untuk gerakan kursor keatas maupun kebawah <sup>2</sup> berdasarkan nilai bobot yang sudah didapatkan dalam proses pelatihan.



Figure 5. Training Performance dari jaringan syaraf tiruan menggunakan 2 hidden layer 260 data pelatihan dari channel 1 dalam 619 periode pelatihan dan ukuran langkah untuk adaptasi parameter memiliki nilai awal  $9,998.10^{-10}$ . Performance Backpropagation dengan menggunakan 2 hidden layer mampu untuk melakukan proses pelatihan dengan melewati batas error minimal, sehingga 100% mempunyai keakuratan proses pelatihan.

Tabel 3. Hasil akurasi Backpropagation dengan 2 hidden layer untuk semua channel

	Channel 1	Channel 2	Channel 3	Channel 4	Channel 5	Channel 6
Akurasi	60,0 %	63,1 %	67,1 %	68,0 %	73,4 %	77,2 %

Dari tabel 3 terlihat bahwa channel 6 yang menduduki tingkat akurasi yang baik dibandingkan dengan channel yang lainnya dengan nilai akurasi sebesar 77,2 %.

Tabel 4. Pengaruh jumlah *Hidden Layer* yang berbeda pada jaringan syaraf tiruan

	MSE ( 1 Hidden Layer )	<sup>1</sup> MSE ( 2 Hidden Layer )	MSE ( 3 Hidden Layer )
Waktu	13 second	15 second	34 second
Iterasi	1000	619	916

MSE	$8,14.10^{-2}$	$9,99.10^{-10}$	$9,88.10^{-10}$
ketepatan	67,7 %	77,2 %	74,1 %

Dari tabel 4 terlihat bahwa dengan menggunakan 2 hidden layer pada backpropagation sudah dapat mencapai nilai akurasi 77,2 % dari proses pengujian.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini memperkenalkan Wavelet Diskrit untuk mengekstrak fitur dengan mengambil nilai rata-rata pada setiap subband sinyal EEG. Proses pengklasifikasian sinyal EEG dibagi dalam dua kelas yaitu kelas 0 dan kelas 1. Data yang digunakan terdapat 553 data *file* sinyal EEG untuk pelatihan dan ujicoba. ketepatan klasifikasi Backpropagation mencapai 77,2 % untuk data pengujian. Untuk menghasilkan hasil yang lebih baik, maka pekerjaan peneliti yang akan datang akan meneliti teknik pencarian yang sesuai untuk ekstraksi fitur dan klasifikasi sinyal EEG untuk perintah menggerakkan kursor. Hasil penelitian yang diperoleh akan dibandingkan dengan metode yang sudah diteliti.

#### 5 UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jendral Penguatan Riset, dan Pengembangan Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang mensupport dana untuk penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. D. Lux, "Neurophysiological Basis of the EEG and DC Potentials," *Electroencephalogr. Basic Princ. Clin. Appl. Relat. Fields*, pp. 24–28, 1981.
- [2] J. R. Wolpaw *et al.*, "Brain-computer interface technology: a review of the

first international meeting,," *IEEE Trans. Rehabil. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 164–73, Jun. 2000.

- [3] M. Planck *et al.*, "Support Vector Channel Selection in BCI Support Vector Channel Selection in BCI," vol. 51, no. 120, pp. 1003–1010, 2003.
- [4] J. D. R. Millán, "Adaptive brain interfaces for communication and control," *HCI Spec. Issue User Interfaces Age*, vol. 113, pp. 767–791, 2003.
- [5] T. A. H. Fatehi and A.-B. R. Suleiman, "Features Extraction Techniques of EEG Signals For BCI Application," *Naif Arab Univ. Secur. Sci.*, pp. 35–40, 2011.
- [6] <sup>12</sup>Shakshi and R. Jaswal, "Brain Wave Classification and Feature Extraction of EEG Signal by using FFT on Lab View," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 7, pp. 1208–1212, 2016.
- [7] B. D. Mensh, J. Werfel, and H. S. Seung, "BCI Competition 2003--Data set Ia: combining gamma-band power with slow cortical potentials to improve single-trial classification of electroencephalographic signals," <sup>4</sup>*IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 51, no. 6, pp. 1052–6, Jun. 2004.
- [8] D. J. McFarland, L. A. Miner, T. M. Vaughan, and J. R. Wolpaw, "Mu and beta rhythm topographies during motor imagery and actual movements," *Brain Topogr.*, vol. 12, no. 3, pp. 177–186, 2000.
- [9] <sup>3</sup>C. W. Anderson, E. A. Stolz, and S. Shamsunder, "Multivariate autoregressive models for classification of spontaneous electroencephalogram during mental tasks," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 45, no. 3, pp. 277–286, 1998.
- [10] T. Wang, J. Deng, and B. He, "Classifying EEG-based motor imagery tasks by means of time-frequency synthesized spatial patterns," *Clin. Neurophysiol.*, vol. 115, no. 12, pp. 2744–2753, 2004.

- [11] <sup>11</sup> H. Adeli, Z. Zhou, and N. Dadmehr, "Analysis of EEG records in an epileptic patient using wavelet transform," *J. Neurosci. Methods*, vol. 123, no. 1, pp. 69–87, 2003.
- [12] Y. S. Shin, P. Investigator, and D. Unlimited, *Monterey, California II I*. 1993.
- [13] <sup>10</sup> K. Hornik, M. Stinchcombe, and H. White, "Multilayer feedforward networks are universal approximators," *Neural Networks*, vol. 2, no. 5, pp. 359–366, 1989.
- [14] <http://bbci.de/competition/ii/>

# ekstraksi sinyal eeg

## ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

[repo.pens.ac.id](http://repo.pens.ac.id)

Internet Source

2%

2

[publikasiilmiah.ums.ac.id](http://publikasiilmiah.ums.ac.id)

Internet Source

2%

3

[www.waset.org](http://www.waset.org)

Internet Source

1%

4

Qi, Feifei, Yuanqing Li, and Wei Wu. "RSTFC: A Novel Algorithm for Spatio-Temporal Filtering and Classification of Single-Trial EEG", IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 2015.

Publication

1%

5

[media.neliti.com](http://media.neliti.com)

Internet Source

1%

6

Submitted to National Institute of Technology, Rourkela

Student Paper

1%

7

[id.scribd.com](http://id.scribd.com)

Internet Source

1%

8	<a href="http://www.gloryamedica.com">www.gloryamedica.com</a> Internet Source	1%
9	<a href="http://hub.hku.hk">hub.hku.hk</a> Internet Source	1%
10	<a href="http://stephanebonnevey.kyvos.net">stephanebonnevey.kyvos.net</a> Internet Source	1%
11	<a href="http://ieeexplore.ieee.org">ieeexplore.ieee.org</a> Internet Source	1%
12	Submitted to Amrita Vishwa Vidyapeetham Student Paper	1%

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On